

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-288788

(43)Date of publication of application : 01.11.1996

(51)Int.Cl.

H03H 9/25  
H03H 3/08  
H03H 9/145

(21)Application number : 07-109979

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD  
SHIMIZU YASUTAKA

(22)Date of filing : 10.04.1995

(72)Inventor : KOBAYASHI TAIZO  
MATSUI KUNIYUKI  
HIRAO YASUHIRO  
TAKEUCHI KOSUKE  
SHIBATA KENICHI  
TAKAHASHI HIROSUKE  
KONDO TAKEO  
SHIMIZU YASUTAKA

### (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To increase the electric machine coupling coefficient and to minimize the temperature coefficient in delay time by forming a thin film on the surface of a substrate capable of exciting a longitudinal surface acoustic wave, a longitudinal pseudo surface acoustic wave or a longitudinal surface sliding volume wave.

CONSTITUTION: This surface acoustic wave element is constituted of forming a thin film consisting of aluminum on the surface of a base made of lithium tantalate. The propagation direction of a longitudinal pseudo surface acoustic wave is (40 to 90° , 40 to 90° and 0 to 60° ) in Euler's angle display or within a range equivalent to the display and the product of the wave number of the longitudinal pseudo surface acoustic wave and the thickness of the thin film is set to  $\geq 1.0$ , preferably in a range of 1.3 to 2.0. When the base is made of lithium niobate or lithium tetraborate, the range of the product of the wave number and the thickness of the thin film is also specified.

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3358688

[Date of registration] 11.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 2 8 8 7 8 8

(43) 公開日 平成8年(1996)11月1日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/25	7259-5 J	H 0 3 H	9/25 C
	3/08	7259-5 J		3/08
	9/145	7259-5 J		9/145 C

審査請求 未請求 請求項の数 2 6

F D

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平7-109979

(22) 出願日 平成7年(1995)4月10日

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(71) 出願人 595065758

清水 康敬

東京都世田谷区梅丘3丁目1番10号

(72) 発明者 小林 泰三

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋

電機株式会社内

(72) 発明者 松井 邦行

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋

電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 西岡 伸泰

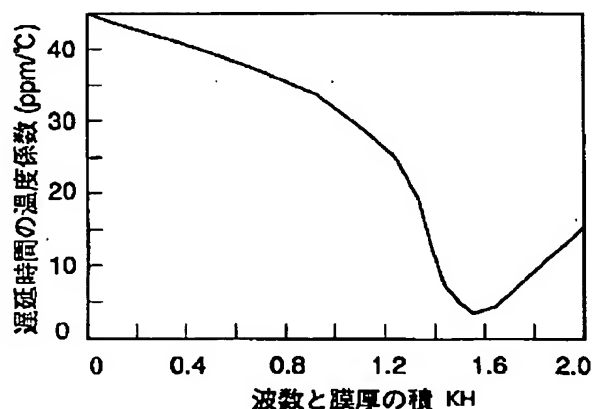
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面波に体積波の励振が可能な基板の表面に薄膜を形成して、電気機械結合係数を増大させると同時に、遅延時間の温度係数を最小化したものである。

【構成】 タンタル酸リチウム製の基板の表面にアルミニウムからなる薄膜を形成した弾性表面波素子においては、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向がオイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、縦波型擬似弾性表面波の波数と薄膜の厚さとの積が1.0以上、望ましくは1.3乃至2.0の範囲に設定される。基板がニオブ酸リチウムの場合、および、四硼酸リチウムの場合も、波数と薄膜の厚さの積の範囲の設定をする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の励振が可能な基板を用いた弾性表面波素子において、基板表面に薄膜を形成して、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の伝搬特性を改善したことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項 2】 薄膜は、基板表面の全領域に圧電性資材を成膜してなる請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 3】 基板はタンタル酸リチウム製であって、薄膜はアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなり、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の波数と薄膜の厚さとの積が、1.0以上に設定されている請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 4】 波数と薄膜の厚さとの積が、1.3乃至2.0の範囲に設定されている請求項 3 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 5】 基板はタンタル酸リチウム製であって、薄膜は金又は金を主成分とする合金からなり、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の波数と薄膜の厚さとの積が、0.05以上に設定されている請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 6】 波数と薄膜の厚さとの積が、1.0乃至1.4の範囲に設定されている請求項 5 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 7】 基板はニオブ酸リチウム製であって、薄膜はアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなり、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の波数と薄膜の厚さとの積が、0.3以上に設定されている請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 8】 波数と薄膜の厚さとの積が、1.0乃至2.0の範囲に設定されている請求項 7 に記載の弾性表

面波素子。

【請求項 9】 基板はニオブ酸リチウム製であって、薄膜は金又は金を主成分とする合金からなり、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の波数と薄膜の厚さとの積が、0.02以上に設定されている請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 10】 波数と薄膜の厚さとの積が、0.8乃至2.0の範囲に設定されている請求項 9 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 11】 基板は四硼酸リチウム製であって、薄膜はアルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなり、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(0度乃至50度、15度乃至75度、40度乃至90度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の波数と薄膜の厚さとの積が、0.3以上に設定されている請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 12】 波数と薄膜の厚さとの積が、1.9以下に設定されている請求項 11 に記載の弾性表面波素子

【請求項 13】 基板は四硼酸リチウム製であって、薄膜は金又は金を主成分とする合金からなり、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(0度乃至50度、15度乃至75度、40度乃至90度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面迂り体積波の波数と薄膜の厚さとの積が、0.02以上に設定されている請求項 1 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 14】 波数と薄膜の厚さとの積が、0.15以下、又は0.4乃至2.0の範囲に設定されている請求項 13 に記載の弾性表面波素子。

【請求項 15】 タンタル酸リチウムからなる基板の表面に、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる励振用の電極を形成した弾性表面波素子において、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面迂り体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面

波、擬似弾性表面波、又は表面にり体積波の波数と電極の膜厚との積が、1.0以上に設定されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項16】 波数と電極形成領域の平均膜厚との積が、1.3乃至2.0の範囲に設定されている請求項15に記載の弾性表面波素子。

【請求項17】 タンタル酸リチウムからなる基板の表面に、金又は金を主成分とする合金からなる励振用の電極を形成した弾性表面波素子において、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面にり体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面にり体積波の波数と電極の膜厚との積が、0.05以上に設定されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項18】 波数と電極形成領域の平均膜厚との積が、1.0乃至1.4の範囲に設定されている請求項17に記載の弾性表面波素子。

【請求項19】 ニオブ酸リチウムからなる基板の表面に、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる励振用の電極を形成した弾性表面波素子において、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面にり体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面にり体積波の波数と電極の膜厚との積が、0.3以上に設定されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項20】 波数と電極形成領域の平均膜厚との積が、1.0乃至2.0の範囲に設定されている請求項19に記載の弾性表面波素子。

【請求項21】 ニオブ酸リチウムからなる基板の表面に、金又は金を主成分とする合金からなる励振用の電極を形成した弾性表面波素子において、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面にり体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面にり体積波の波数と電極の膜厚との積が、0.02以上に設定されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項22】 波数と電極形成領域の平均膜厚との積が、0.8乃至2.0の範囲に設定されている請求項21

に記載の弾性表面波素子。

【請求項23】 四硼酸リチウムからなる基板の表面に、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる励振用の電極を形成した弾性表面波素子において、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面にり体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(0度乃至50度、15度乃至75度、40度乃至90度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面にり体積波の波数と電極の膜厚との積が、0.3以上に設定されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項24】 波数と電極形成領域の平均膜厚との積が、1.9以下に設定されている請求項23に記載の弾性表面波素子。

【請求項25】 四硼酸リチウムからなる基板の表面に、金又は金を主成分とする合金からなる励振用の電極を形成した弾性表面波素子において、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面にり体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(0度乃至50度、15度乃至75度、40度乃至90度)及びこれと等価な範囲内となるように電極が形成されると共に、前記弾性表面波、擬似弾性表面波、又は表面にり体積波の波数と電極の膜厚との積が、0.02以上に設定されていることを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項26】 波数と電極形成領域の平均膜厚との積が、0.15以下、又は0.4乃至2.0の範囲に設定されている請求項25に記載の弾性表面波素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波、又は縦波成分が横波成分より優勢である表面にり体積波の励振が可能な基板を用いた弾性表面波素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車用電話機等の通信機器においては、共振器フィルター、信号処理用遅延線等の回路素子として、弾性表面波素子が広く応用されている。弾性表面波素子は、例えば図13に示す様に、圧電性を有する基板(1)の表面に簾状の電極(2)や格子状の反射器(3)(3)を形成したものであって、電気信号と弾性表面波の相互の変換を行なう。

【0003】ここで、弾性表面波は文字通り弾性体の表面を伝搬する表面波であり、そのエネルギーは基板内部には放射されない。この様な弾性表面波として、これまでに複数の励振モードが発見されており、例えばレイリ

一波、セザワ波、ラウ波、圧電表面波等が知られている。レイリー波及びセザワ波においては、伝搬方向と同じ方向に変位を持つ縦波と、基板深さ方向に変位を持つ横波の2つの成分が共に優勢である。これに対し、ラウ波及び圧電表面波においては、基板表面に平行且つ伝搬方向に垂直な変位を持つ横波の成分が優勢である。尚、圧電基板中には、「遅い横波」、「速い横波」、「縦波」の3種類の体積波(バルク波)が存在するが、弾性表面波は「遅い横波」よりも更に遅い位相速度で伝搬する。

【0004】又、弾性体の深さ方向にエネルギーを放射しながら表面を伝搬する弾性波が知られており、擬似弾性表面波、若しくは、漏洩弾性表面波と呼ばれている。当初に発見された擬似弾性表面波は、基板表面に平行且つ伝搬方向に垂直な変位を持つ横波の成分が優勢であり、その位相速度は「遅い横波」と「速い横波」の中間に位置している。

【0005】更に、近年、縦波の成分が優勢である擬似弾性表面波が相継いで発見されている(特開平6-112763号、第15回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演予稿集、平成6年、185~186頁参照)。これらの縦波を主成分とする擬似弾性表面波の位相速度は、「速い横波」と「縦波」の中間に位置している。

【0006】一方、表面近傍に沿って伝搬する体積波が簾状電極によって励振されて、同じ基板上の別の簾状電極にて検出される場合がある。このような体積波を表面波と呼んでいる。表面波は、通常の体積波に対応して3種類存在すると考えられる。但し、現在のところ、主に取り扱われているのは、基板表面に平行且つ伝搬方向に垂直な変位を持つ横波の成分が優勢である表面波である。

【0007】ところで、弾性波の特性には、音速、伝搬損失、遅延時間の温度特性、電気機械結合係数などがあり、これらの特性は、弾性表面波素子を応用した回路の設計パラメータに直接に係わっている。簾状電極、若しくは格子状反射器の電極指の周期(中心間距離)は弾性波の波長 $\lambda$ の $1/2$ の値を持つため、周波数が一定の場合は、音速が小さいほど、波長も小さくなり、電極の作製が困難になる。従って、音速は大きいことが望ましい。又、弾性表面波共振器の共振先鋭度や弾性表面波フィルターの挿入損失は、弾性表面波の伝搬損失に直接に依存するため、伝搬損失は小さいことが望ましい。更に、移動通信に用いられる高周波機器においては、その適用周波数が規格で決まっているため、温度変化によって周波数が変化することは望ましくない。従って、遅延時間の温度係数は小さいことが望ましい。

【0008】電気機械結合係数は、入力される電気信号のエネルギーが弾性表面波のエネルギーに変換される際の変換能力を表わしている。簾状電極の電極指の本数を

十分に増加させれば、電気機械結合係数が小さくても、任意のエネルギーの弾性波を励振できるが、この場合、簾状電極のもつ電気容量が大きくなる為、外部回路とのインピーダンス整合が困難になり、インピーダンス整合の為に、別に整合用回路が必要になる。又、簾状電極の電極指の本数は、弾性表面波素子の作動周波数範囲と略反比例することが知られており、電極指の本数を増加させると、実現可能な特性が狭帯域に制限されることになる。従って、電気機械結合係数は大きいことが望ましい。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来より、縦波及び深さ方向の変位を持つ横波の2つの成分が優勢な弾性波(例えばレイリー波、セザワ波)や、表面に平行且つ進行方向に垂直な変位を持つ横波の成分が優勢な弾性波(例えば、圧電表面波、ラウ波、横波型擬似弾性表面波、横波型表面波体積波)については、上記各特性を改善する為の基板条件(例えば結晶軸と弾性表面波伝搬方向の関係)や電極条件(例えば電極指の中心間距離や膜厚)が知られている(1994年電子情報通信学会春季大会予稿集「A-438」、「A-437」、「A-438」、Japanese Journal of Applied Physics, vol.29(1990) Supplement 29-1, pp.119-121、Japanese Journal of Applied Physics, vol.30(1991) Supplement 30-1, pp.143-145等)。

【0010】ところが、縦波成分が横波成分より優勢である弾性表面波(縦波型弾性表面波)、縦波成分が横波成分より優勢である擬似弾性表面波(縦波型擬似弾性表面波)、及び縦波成分が横波成分より優勢である表面波体積波(縦波型表面波体積波)については、上記各特性を改善するための基板条件や電極条件が未だ明らかにされていない。

【0011】本発明の目的は、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面波体積波の励振が可能な基板を用いた弾性表面波素子において、弾性波特性を改善するための基板条件や電極条件を明らかにして、従来よりも高性能の弾性表面波素子を提供することである。

【0012】

【課題を解決する為の手段】本発明に係る弾性表面波素子は、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面波体積波の励振が可能な基板の表面に薄膜を形成して、前記縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面波体積波の伝搬特性を改善したものである。具体的には、基板上の薄膜は金属製であって、該薄膜によって励振用の電極が形成されている。

【0013】又、本発明に係る弾性表面波素子は、 tantalum酸リチウム(LiTaO<sub>3</sub>)からなる基板の表面に、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる薄膜を形成したものであって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面波体積波の伝搬

10

20

30

40

50

方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の波数( $1/\mu\text{m}$ )と薄膜の厚さ( $\mu\text{m}$ )との積が、1.0以上、望ましくは、1.3乃至2.0の範囲に設定されている。

【0014】又、本発明に係る弾性表面波素子は、 tantalum酸リチウムからなる基板の表面に、金又は金を主成分とする合金からなる薄膜を形成したものであって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であると共に、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の波数( $1/\mu\text{m}$ )と薄膜の厚さ( $\mu\text{m}$ )との積が、0.05以上、望ましくは、1.0乃至1.4の範囲に設定されている。

【0015】又、本発明に係る弾性表面波素子は、 niobate酸リチウム( $\text{LiNbO}_3$ )からなる基板の表面に、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる薄膜を形成したものであって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であるとと共に、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の波数( $1/\mu\text{m}$ )と薄膜の厚さ( $\mu\text{m}$ )との積が、0.3以上、望ましくは、1.0乃至2.0の範囲に設定されている。

【0016】又、本発明に係る弾性表面波素子は、 niobate酸リチウムからなる基板の表面に、金又は金を主成分とする合金からなる薄膜を形成したものであって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)及びこれと等価な範囲内であるとと共に、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の波数( $1/\mu\text{m}$ )と薄膜の厚さ( $\mu\text{m}$ )との積が、0.02以上、望ましくは、0.8乃至2.0の範囲に設定されている。

【0017】更に、本発明に係る弾性表面波素子は、 tetraborate酸リチウム( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ )からなる基板の表面に、アルミニウム又はアルミニウムを主成分とする合金からなる薄膜を形成したものであって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(0度乃至50度、15度乃至75度、40度乃至90度)及びこれと等価な範囲内であるとと共に、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の波数( $1/\mu\text{m}$ )と薄膜の厚さ( $\mu\text{m}$ )との積が、0.3以上、望ましくは、1.9以下に設定されている。

【0018】更に又、本発明に係る弾性表面波素子は、 tetraborate酸リチウムからなる基板の表面に、金又は金を主成分

分とする合金からなる薄膜を形成したものであって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の伝搬方向が、オイラ角表示で(0度乃至50度、15度乃至75度、40度乃至90度)及びこれと等価な範囲内であるとと共に、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の波数( $1/\mu\text{m}$ )と薄膜の厚さ( $\mu\text{m}$ )との積が、0.02以上、望ましくは、0.15以下、又は0.4乃至2.0の範囲に設定されている。

10 【0019】

【作用】縦波型擬似弾性表面波は、そのエネルギーの大部分を表面から数波長程度の深さの範囲に集中させている。従って、該基板上に薄膜を形成すると、弾性波の特性は薄膜の影響を受けることになる。例えば、薄膜の音速が基板の音速よりも遅いときは、縦波型擬似弾性表面波の位相速度は遅くなる。又、簾状電極及び格子状反射器は、電極指である金属薄膜が施されている領域と、それ以外の自由表面の領域とが交互に存在しており、この2つの領域の位相速度差が大きくなると、電気機械結合係数も大きくなる。更に、金属製薄膜が位相速度を低下させる際の効果には、電氣的短絡効果と質量効果の2種類があり、後者の質量効果は、薄膜の厚さ、金属の密度に依存している。従って、電極を形成する金属の種類と膜厚を変化させることにより、電気機械結合係数を変化させることができる。

20 【0020】更に、圧電基板の誘電率、圧電定数、弾性定数、密度は温度によって変化する為、弾性波の位相速度は温度に依存する。又、薄膜の弾性定数や密度も温度によって変化する。このとき、適当な材質の薄膜を適当な厚さに形成すれば、基板と薄膜の材料の温度特性が相殺して、弾性表面波素子としての温度係数は非常に小さくなる。

30 【0021】縦波型擬似弾性表面波は通常、「速い横波」より速く、「縦波」よりも遅いことが知られているが、この位相速度の範囲では、擬似弾性表面波中の「遅い横波」成分と「速い横波」成分は伝搬することが出来ず、基板中に放射される。ところが、圧電基板の表面に十分に遅い音速の薄膜をある程度以上の膜厚で形成すると、該擬似弾性表面波の音速は「速い横波」よりも遅くなる。この場合、「速い横波」成分は基板内部に放射されることがなくなるので、伝搬損失は小さくなる。更に、膜厚を増せば、「遅い横波」よりも更に音速は低下する為、該擬似弾性表面波は縦波型弾性表面波となり、体積波を基板内部に放射することはなくなり、理論上、伝搬損失が零となる。

50 【0022】縦波型弾性表面波、及び縦波型表面より体積波においても、縦波型擬似弾性表面波と同様の作用によって、その特性を改善することができる。尚、縦波型擬似弾性表面波と縦波型表面より体積波が縮退して、両者が同一条件で現われる場合にも上記同様の作用がある

のは言うまでもない。

#### 【0023】

【発明の効果】本発明に係る弾性表面波素子においては、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の励振が可能な基板の表面に、適当な材質及び厚さの薄膜を形成することによって、縦波型弾性表面波、縦波型擬似弾性表面波、又は縦波型表面より体積波の電気機械結合係数を増大させると共に、遅延時間の温度係数を最小化することが出来る。

#### 【0024】

【実施例】以下、縦波型擬似弾性表面波の励振が可能な基板の材質として、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、及び四硼酸リチウムを採用し、これらの基板上にアルミニウム或いは金からなる電極を形成した複数の実施例について、電気機械結合係数を増大させ、更には遅延時間の温度係数を最小化するための基板条件及び電極条件を明らかにする。弾性表面波素子の特性評価においては、従来より知られている一般的な解法(例えば、J. J. Campbell, W. R. Jones, "A Method for Estimating Optimal Crystal Cuts and Propagation Directions for Excitation of Piezoelectric Surface Waves", IEEE transaction on Sonics and Ultrasonics, vol. SU-15, No. 4, pp209-217, (1968) 参照)を採用し、基板表面の全領域に薄膜を形成した弾性表面波素子モデルを構築して、コンピュータシミュレーションによって、電気機械結合係数及び温度係数を算出した。

【0025】図1は、タンタル酸リチウム製の基板上にアルミニウムからなる薄膜を形成した弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波の波数 $K$  ( $K=2\pi/\lambda$ )と薄膜の厚さ $H$  ( $\mu\text{m}$ )の積 $KH$  (以下、 $KH$ パラメータという)を横軸、縦波型擬似弾性表面波の電気機械結合係数を縦軸として、その特性を表わしている。ここで、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)であり、望ましくは、(80度乃至90度、80度乃至90度、20度乃至40度)であり、更に望ましくは、(88乃至90度、88乃至90度、30度乃至32度)であり、最も望ましくは、(90度、90度、31度)である。これらの角度範囲の優位性は実験的に確認されている。

【0026】図1から明らかな様に、 $KH$ パラメータが約1.0を越えると、電気機械結合係数は10%以上になり、設計上、望ましい。 $KH$ パラメータが約1.3を越えると、電気機械結合係数は20%以上になり、更に望ましい。 $KH$ パラメータが約1.7を越えると、電気機械結合係数は50%以上になり、最も望ましい。

【0027】又、図2は、上記弾性表面波素子について、 $KH$ パラメータを横軸、遅延時間の温度係数を縦軸として、その特性を表わしている。 $KH$ パラメータが約1.3~約2.0の範囲では、遅延時間の温度係数は20

$\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下になり、設計上、望ましい。 $KH$ パラメータが約1.4~約1.8の範囲では、遅延時間の温度係数は10 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下となり、更に望ましい。 $KH$ パラメータが約1.6のとき、遅延時間の温度係数は5 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ となり、最も望ましい。

【0028】図3は、タンタル酸リチウム製の基板上に金からなる薄膜を形成した弾性表面波素子について、 $KH$ パラメータを横軸、電気機械結合係数を縦軸として、その特性を表わしている。ここで、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)であり、望ましくは(80度乃至90度、80度乃至90度、20度乃至40度)であり、更に望ましくは、(88乃至90度、88乃至90度、30度乃至32度)であり、最も望ましくは、(90度、90度、31度)である。これらの角度範囲の優位性は実験的に確認されている。

【0029】図3から明らかな様に、 $KH$ パラメータが約0.05を越えると、電気機械結合係数10%以上になり、設計上、望ましい。 $KH$ パラメータが約0.10を越えると、電気機械結合係数は20%以上になり、更に望ましい。 $KH$ パラメータが約0.2を越えると、電気機械結合係数は50%以上になり、最も望ましい。

【0030】又、図4は、上記弾性表面波素子において、 $KH$ パラメータを横軸、遅延時間の温度係数を横軸として、その特性を表わしている。 $KH$ パラメータが約1.0~約1.4のとき、遅延時間の温度係数の絶対値は20 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下になり、設計上、望ましい。 $KH$ パラメータが約1.3~約1.4のとき、遅延時間の温度係数の絶対値は10 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下となり、更に望ましい。金の膜厚と縦波型擬似弾性表面波の波数との積が約1.3のとき、遅延時間の温度特性は略0 $\text{ppm}/^\circ\text{C}$ となり、最も望ましい。尚、 $KH$ パラメータを0.6以上とすると、位相速度が「速い横波」及び「遅い横波」よりも遅くなるので、実際には、縦波型擬似弾性表面波ではなく、縦波型弾性表面波として振る舞うので、伝搬損失が略0になることは言うまでもない。

【0031】図5は、ニオブ酸リチウム製の基板上にアルミニウムからなる薄膜を形成した弾性表面波素子について、 $KH$ パラメータを横軸、縦波型擬似弾性表面波の電気機械結合係数を縦軸として、その特性を表わしている。ここで、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)であり、望ましくは、(80度乃至90度、80度乃至90度、20度乃至40度)であり、更に望ましくは、(88乃至90度、88乃至90度、36乃至38度)であり、最も望ましくは、(90度、90度、37度)である。これらの角度範囲の優位性は実験的に確認されている。

【0032】図5から明らかな様に、 $KH$ パラメータが約0.3以上のとき、電気機械結合係数は20%を越

10

20

30

40

50



え、設計上、望ましい。KHパラメータが約0.8以上のとき、電気機械結合係数は30%以上になり、更に望ましい。

【0033】図6は、上記弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、遅延時間の温度係数を縦軸として、その特性を表わしている。KHパラメータが約1.0～約2.0のとき、遅延時間の温度係数は40ppm/℃以下になり、設計上、望ましい。KHパラメータが約1.0～約1.2のとき、遅延時間の温度係数は30ppm/℃以下となり、更に望ましい。KHパラメータが約1.1のとき、遅延時間の温度係数は20ppm/℃となり、最も望ましい。

【0034】図7は、ニオブ酸リチウム製の基板上に金からなる薄膜を形成した弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、縦波型擬似弾性表面波の電気機械結合係数を縦軸として、その特性を表わしている。ここで、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(40度乃至90度、40度乃至90度、0度乃至60度)であり、望ましくは、(80度乃至90度、80度乃至90度、20度乃至40度)であり、更に望ましくは、(88乃至90度、88乃至90度、36乃至38度)であり、最も望ましくは、(90度、90度、37度)である。これらの角度範囲の優位性は実験的に確認されている。

【0035】図7から明らかな様に、KHパラメータが約0.02以上になると、電気機械結合係数20%以上になり、設計上、望ましい。KHパラメータが約0.05以上になると、電気機械結合係数は30%以上になり、更に望ましい。

【0036】図8は、上記弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、遅延時間の温度係数を縦軸として、その特性を表わしている。KHパラメータが約0.8～約2.0のとき、遅延時間の温度係数の絶対値は20ppm/℃以下になり、設計上、望ましい。KHパラメータが約1.0～約2.0のとき、遅延時間の温度係数の絶対値は10ppm/℃以下となり、更に望ましい。KHパラメータが金の膜厚と縦波型擬似弾性表面波の波数との積が約1.2、若しくは1.6のとき、遅延時間の温度係数は略0ppm/℃となり、最も望ましい。

尚、KHパラメータを0.3以上にすると、位相速度が「速い横波」及び「遅い横波」よりも遅くなるので、実際には、縦波型擬似弾性表面波ではなく、縦波型弾性表面波として振る舞うので、伝搬損失が略0になることは言うまでもない。

【0037】図9は、四硼酸リチウム製の基板上にアルミニウムからなる薄膜を形成した弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、電気機械結合係数を横軸として、その特性を表わしている。ここで、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(0度乃至50度、15乃至75度、40度乃至90度)であり、望ま

しくは、(0度乃至10度、40度乃至50度、80度乃至90度)であり、更に望ましくは、(0度乃至2度、44乃至46度、88乃至90度)であり、最も望ましくは、(0度、45度、90度)である。これらの角度範囲の優位性は実験的に確認されている。

【0038】図9から明らかな様に、KHパラメータが約0.3以上のとき、電気機械結合係数は10%以上になり、設計上、望ましい。KHパラメータが0.6以上のとき、電気機械結合係数は20%以上になり、更に望ましい。KHパラメータが約1.6のとき、電気機械結合係数は約50%となり、最も望ましい。

【0039】図10は、上記弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、遅延時間の温度係数を縦軸として、その特性を表わしている。KHパラメータが約1.9以下のとき、遅延時間の温度係数の絶対値は20ppm/℃以下になり、設計上、望ましい。KHパラメータが約0.5以下のとき、遅延時間の温度係数は5ppm/℃以下となり、更に望ましい。KHパラメータが約0.1、約0.4、約1.7若しくは約1.95のとき、遅延時間の温度係数は略0ppm/℃となり、最も望ましい。尚、KHパラメータを約1.6～約1.95の範囲に設定すれば、電気機械結合係数及び遅延時間の温度係数の両方を同時に最適化することが出来る。

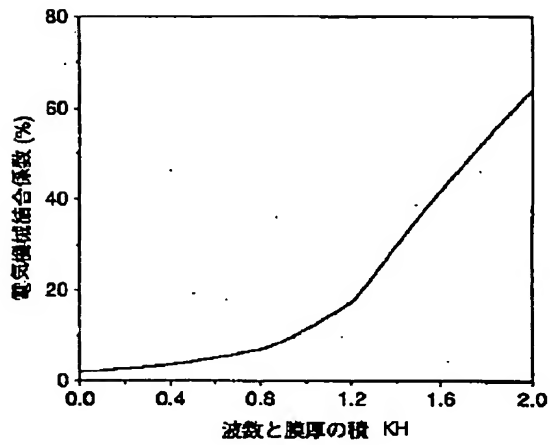
【0040】図11は、四硼酸リチウム製の基板上に金からなる薄膜を形成した弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、電気機械結合係数を横軸として、その特性を表わしている。ここで、縦波型擬似弾性表面波の伝搬方向は、オイラ角表示で(0度乃至50度、15乃至75度、40度乃至90度)であり、望ましくは、(0度乃至10度、40度乃至50度、80度乃至90度)であり、更に望ましくは、(0度乃至2度、44乃至46度、88乃至90度)であり、最も望ましくは、(0度、45度、90度)である。これらの角度範囲の優位性は実験的に確認されている。

【0041】図11から明らかな様に、KHパラメータが約0.02以上になると、電気機械結合係数10%以上になり、設計上、望ましい。KHパラメータが約0.05以上になると、電気機械結合係数は20%以上になり、更に望ましい。KHパラメータが約0.1以上になると、電気機械結合係数は40%以上になり、最も望ましい。

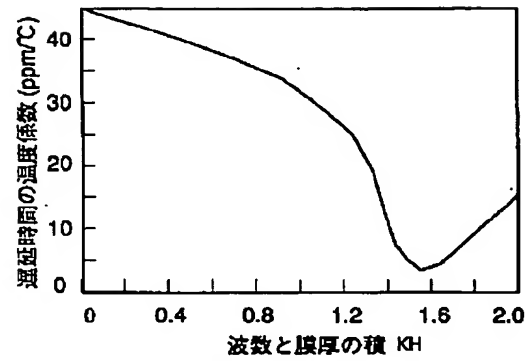
【0042】図12は、上記弾性表面波素子について、KHパラメータを横軸、遅延時間の温度係数を縦軸として、その特性を表わしている。KHパラメータが約0.15以下、又は約0.4～約2.0のとき、遅延時間の温度係数は20ppm/℃以下になり、設計上、望ましい。KHパラメータが約0.1以下、又は約1.7～約2.0のとき、遅延時間の温度係数は10ppm/℃以下となり、更に望ましい。尚、KHパラメータを0.2以上にすると、位相速度が「速い横波」よりも遅くなっ



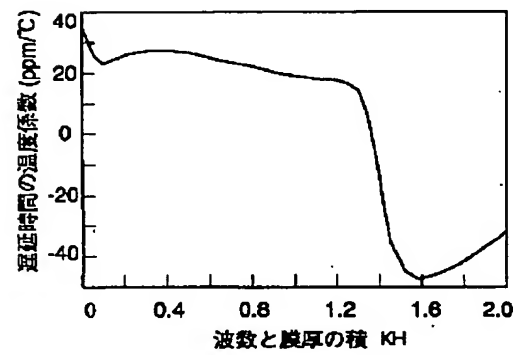
【図1】



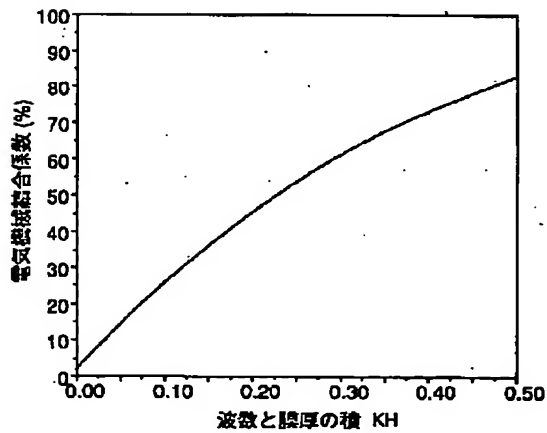
【図2】



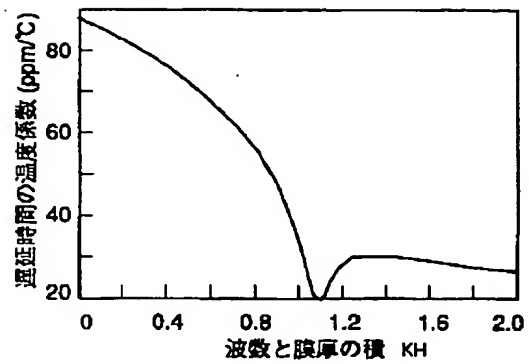
【図4】



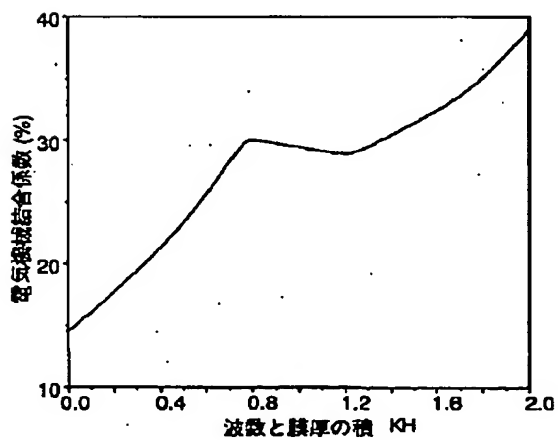
【図3】



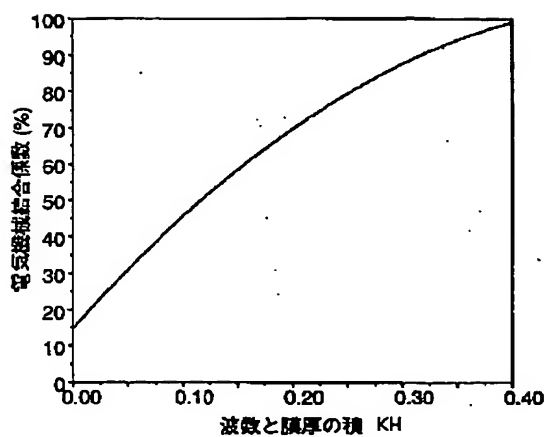
【図6】



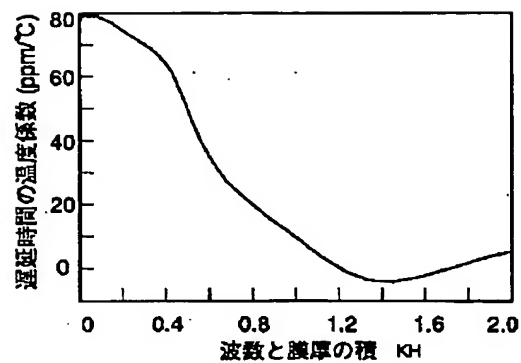
【図5】



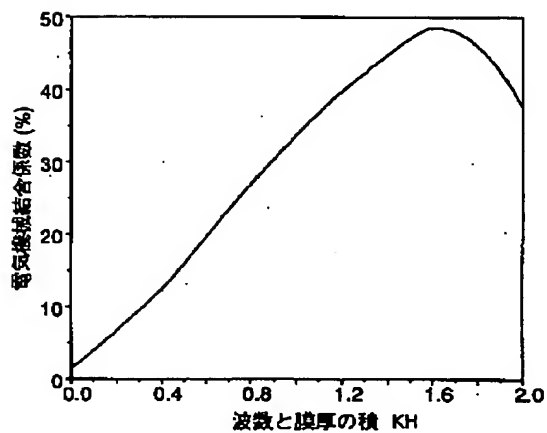
【図7】



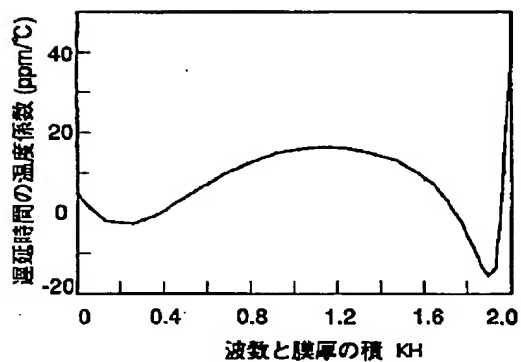
【図8】



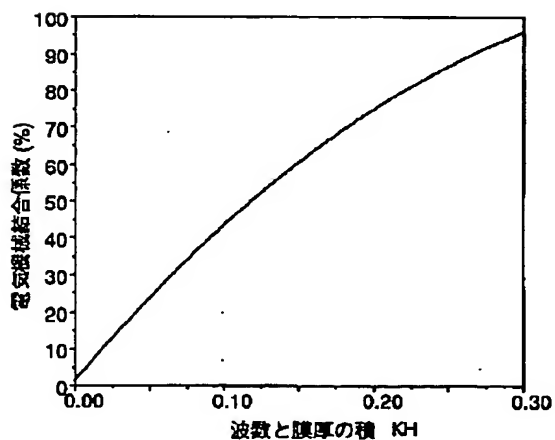
【図9】



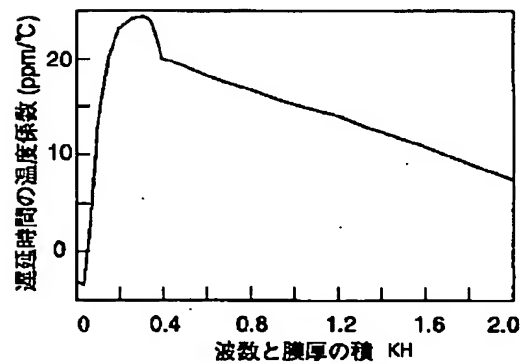
【図10】



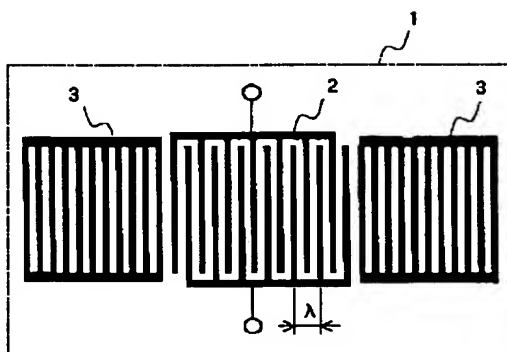
【図11】



【図12】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 平尾 康容  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 竹内 孝介  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 柴田 賢一  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 高橋 裕輔  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 近藤 健雄  
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 清水 康敬  
東京都世田谷区梅丘 3 丁目 1 番 10 号

て、「速い横波」の放射がなくなるので、伝搬損失が非常に小さくなるのは言うまでもない。又、KHパラメータを0.3以上にすると、位相速度が「遅い横波」よりも遅くなるので、縦波型擬似弾性表面波ではなく、縦波型弾性表面波として振る舞うので、伝搬損失が略零になることは言うまでもない。

【0043】上述のコンピュータシミュレーションによる電気機械結合係数及び遅延時間の温度係数の算出においては、基板表面の全領域に薄膜を形成したモデルを採用しているため、基板表面に簾状の電極を形成した弾性表面波フィルターにおいては、図2、図4、図6、図8及び図10に示すKHパラメータと遅延時間の温度係数との関係において、横軸のKHパラメータとして、波数と電極形成領域の平均膜厚との積をとる必要がある。ここで、電極形成領域の平均膜厚は、電極の膜厚にデューティ比(電極指の幅/電極周期)を乗算することによって算出する。

【0044】上述の如く、本発明の弾性表面波素子においては、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、或いは四硼酸リチウム製の基板を採用し、これらの基板上に、アルミニウム或いは金からなる薄膜を特定の膜厚に形成することによって、縦波型擬似弾性表面波の電気機械結合係数を増大させると同時に、遅延時間の温度係数を最小化することが可能である。

【0045】上記実施例の説明は、本発明を説明するためのものであって、特許請求の範囲に記載の発明を限定し、或は範囲を減縮する様に解すべきではない。又、本発明の各部構成は上記実施例に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能であることは勿論である。例えば、基板上の薄膜を基板とは異なる圧電性資材から形成して、該薄膜の表面に電極を形成した弾性表面波素子においても、薄膜の質量効果によって同様の効果が期待出来る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】タンタル酸リチウム製の基板上にアルミニウムからなる薄膜を形成してなる弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと電気機械結合係数の関係を表わすグラフである。

【図2】同上の弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと遅延時間の温度係数の関係を表わすグラフである。

【図3】タンタル酸リチウム製の基板上に金からなる薄膜を形成してなる弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと電気機械結合係数の関係を表わすグラフである。

【図4】同上の弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと遅延時間の温度係数の関係を表わすグラフである。

【図5】ニオブ酸リチウム製の基板上にアルミニウムからなる薄膜を形成してなる弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと電気機械結合係数の関係を表わすグラフである。

【図6】同上の弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと遅延時間の温度係数の関係を表わすグラフである。

【図7】ニオブ酸リチウム製の基板上に金からなる薄膜を形成してなる弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと電気機械結合係数の関係を表わすグラフである。

【図8】同上の弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと遅延時間の温度係数の関係を表わすグラフである。

【図9】四硼酸リチウム製の基板上にアルミニウムからなる薄膜を形成してなる弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと電気機械結合係数の関係を表わすグラフである。

【図10】同上の弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと遅延時間の温度係数の関係を表わすグラフである。

【図11】四硼酸リチウム製の基板上に金からなる薄膜を形成してなる弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと電気機械結合係数の関係を表わすグラフである。

【図12】同上の弾性表面波素子について、縦波型擬似弾性表面波のKHパラメータと遅延時間の温度係数の関係を表わすグラフである。

【図13】弾性表面波素子の電極構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

- (1) 基板
- (2) 電極
- (3) 反射器